

CH682345

Publication Title:

Controlling heating of rooms for economy

Abstract:

Abstract of CH682345

The procedure concerns the control of heating within rooms of buildings to provide the desired temp. for the required periods by delaying the heating of the rooms for as long as possible. The following factors are taken into account: times of occupation; a constant (K_1) dependant upon size of building; outside temp (t_a): min outside temp value (t_{amin}); desired room temp (t_{in}); 'difference' temp values (Δt_a) and power of heat generates. The time (t_a) for the heating is derived by a given formula.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 2968/90

22 Anmeldungsdatum: 13.09.1990

30 Priorität(en): 14.09.1989 DE 3930763
03.02.1990 DE 4003150

24 Patent erteilt: 31.08.1993

45 Patentschrift
veröffentlicht: 31.08.1993

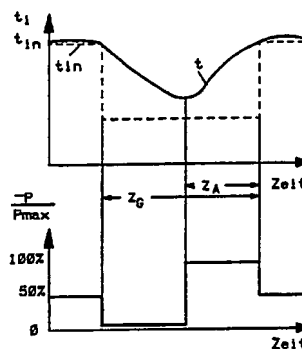
73 Inhaber:
Vaillant GmbH, Dietikon

72 Erfinder:
Taag, Jürgen, Remscheid (DE)
Thomas, Rolf, Wermelskirchen (DE)

54 Verfahren zur Steuerung der Aufheizung von Räumen.

57 Zur Steuerung der Aufheizzeit Z_A von Räumen eines Gebäudes, in dem ab einem vorgegebenen Zeitpunkt eine Soll-Raumtemperatur t_N aufrechterhalten werden soll, nachdem die Raumtemperatur zeitweilig auf ein niedrigeres Niveau abgesenkt ist, werden die Ist-Aussentemperatur t_A , die gewünschte Soll-Raumtemperatur t_N , die Zeiträume Z_G der Temperaturabsenkung, eine Konstante K_1 , eine minimale Aussentemperatur t_{Amin} und die Differenz Δt_A zwischen der Soll-Raumtemperatur t_N und der minimalen Aussentemperatur t_{Amin} nach folgender Beziehung miteinander verknüpft:

$$Z_A = \frac{K_1 \cdot Z_G}{\frac{t_A - t_{Amin}}{\Delta t_A} + \frac{K_1}{1 - \frac{t_A - t_{Amin}}{\Delta t_A}}}$$



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Aufheizung von Räumen eines Gebäudes gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs, wobei die Raumtemperatur zeitweilig auf ein niedriges Niveau abgesenkt wird und zur Aufheizung auf eine höhere Soll-Raumtemperatur die Aussentemperatur und die Ist-Raumtemperatur unmittelbar vor dem Aufheizen, die höhere Soll-Raumtemperatur, die programmierten Zeiträume der Temperaturabsenkung und der Hochtemperatur sowie eine Gebäudekonstante und eine minimale Aussentemperatur zur Berechnung des spätestmöglichen Beginns der Aufheizung verwendet werden.

Üblicherweise wird hierzu ein Temperaturfühler in einem der zu beheizenden Räume in Verbindung mit einem witterungsgeführten VT-Regler mit einem Algorithmus zur selbstoptimierenden Aufheizzeitberechnung eingesetzt.

Mit Hilfe des Raumtemperaturfühlers kann überprüft werden, ob und welche Abweichungen der Raum-Ist-Temperatur zum programmierten Zeitpunkt von der Raum-Soll-Temperatur existieren.

In Gebäuden, in denen kein repräsentativer Testraum für die Raumtemperatur-Überprüfung existiert, erfolgt die Aufheizzeitberechnung ohne Raumfühler in Abhängigkeit von der Aussentemperatur und gegebenenfalls einer festen oder einstellbaren Raum-Soll-Temperaturüberhöhung. Dabei müssen alle Korrekturen manuell durch den Betreiber oder eine Servicewerkstatt vorgenommen werden.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass diese Art der Bemessung der Aufheizzeit nicht optimal ist, weil etliche Faktoren, die für die richtige Wahl des Einschaltzeitpunktes der Beheizung massgebend sind, dabei unberücksichtigt bleiben und Möglichkeiten zur selbsttätigen Anpassung nicht genutzt werden. Erfindungsgemäss sind deshalb die kennzeichnenden Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs vorgesehen.

Nach dieser grundsätzlichen Lehre lässt sich die optimale Dauer der Aufheizzeit nach folgender Formel ermitteln:

Gleichung (1)

$$Z_A = \frac{K_1 \cdot Z_G}{\frac{t_A - t_{A \min}}{\Delta t_A} + \frac{K_1}{1 - \frac{t_A - t_{A \min}}{\Delta t_A}}}$$

Bekannt sind Verfahren, bei denen hierzu die Zeitkonstante K_1 vorgegeben und von Hand angepasst wird. Wie in Gleichung (1) gezeigt, ist dies nicht ausreichend, um einen optimalen Aufheizverlauf zu erzielen.

Mit dem Vorgabewert aus dem Zusammenhang (1) beginnt die gesteuerte Aufheizung vor dem programmierten Zeitpunkt des Erreichens der Soll-Raumtemperatur.

Zur Ermittlung eines der eingesetzten Wärmemenge proportionalen Korrekturfaktors kann die Zeitspanne vom Einschalten des Heizgerätes bis zur ersten Abschaltung gemessen werden, und aus dem Verhältnis zwischen der Aufheizzeit und der gemessenen Einschaltdauer kann ein Faktor ermittelt werden, mit dem dann die Differenz zwischen der Soll-Raumtemperatur und der der maximalen Vorlauftemperatur des Heizgerätes zugeordneten Aussentemperatur multipliziert wird.

Nachstehend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert.

Im einzelnen zeigen die

Fig. 1 bis 4 anhand von Diagrammen den funktionellen Zusammenhang zwischen den oben bereits genannten, für die Bestimmung einer optimalen Dauer der Aufheizzeit massgebenden Kennwerten.

Fig. 5 stellt das Schema einer zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Heizungsanlage dar.

Zunächst zeigt das Diagramm nach Fig. 1 den funktionellen Zusammenhang zwischen der in der Abszisse ersichtlichen jeweiligen Ist-Höhe der Aussentemperatur zu Beginn und während des Verlaufs der Aufheizung auf die Soll-Raumtemperatur (t_N), der minimalen Aussentemperatur $t_{A \min}$, der Gebäudekon-

stanten und dem in der Ordinate aufgetragenen Verhältnis von Aufheizzeit Z_A zur Dauer des Absenkbetriebs Z_G . Dabei ist die Aufheizzeit Z_A der Zeitraum, innerhalb dessen die Ist-Raumtemperatur vom Beginn der Raumbeheizung auf den Soll-Wert der Raumtemperatur ansteigt. Diese Dauer ist in Prozenten der Gesamtabsenzzeit angegeben. Bei der minimalen Aussentemperatur t_{Amin} wird das Maximum der erforderlichen Leistung zur Raumbeheizung beim Raumtemperatur-Soll-Wert t_{iN} erreicht. t_{Amin} wurde beispielsweise mit -15°C angenommen, die Soll-Raumtemperatur t_{iN} beträgt beispielsweise $+20^\circ\text{C}$. Δt_A beträgt demnach 35 K. Die der Gebäudekonstanten proportionale Grösse K ist unterschiedlich und berücksichtigt die individuelle Trägheit des Gebäudes in bezug auf Wärmeaufnahme- und -speicherfähigkeit. K_1 ist grösser als K_2 und K_2 grösser als K_3 angenommen.

Aus dieser Fig. 1 ist demnach die Auswirkung unterschiedlicher Gebäudekonstanten K auf die jeweils erforderliche Aufheizzeit ersichtlich.

Der Leistungsüberschussfaktor f_H bei einer Temperatur von t_{Amin} beträgt in diesem Fall 1,0, das heisst, es existiert kein Überschuss, die erforderliche Heizleistung wird voll von der Wärmeerzeugerleistung gedeckt. Der Verlauf der in Fig. 1 dargestellten Kurven ergibt sich durch Iteration aus den bekannten Beziehungen

$$\frac{Z_A}{Z_G} = \frac{\tau_{A_A}}{Z_G} \cdot \ln \frac{f_H (t_{iN} - t_{Amin}) - (t_{iO} - t_A)}{f_H (t_{iN} - t_{Amin}) - (t_{iN} - t_A)}$$

und

$$t_{iO} = t_A + (t_{iN} - t_A) e^{-\frac{Z_E}{\tau_{A_A}}}$$

darin bedeutet τ_{A_A} die sogenannte Aufheizzeitkonstante, f_H das Verhältnis der Leistung des Wärmeerzeugers zur Heizleistung, die bei t_{Amin} erforderlich ist, um eine Raumtemperatur von t_{iN} zu ermöglichen, t_{iO} die Raumtemperatur nach Ablauf der Zeit Z_E zu Beginn der Aufheizung aus der Absenkung auf das erhöhte Raumtemperaturniveau.

Auch die Fig. 2 zeigt in einem solchen Diagramm die funktionelle Abhängigkeit der Aufheizzeit Z_A von der Aussentemperatur t_A , und zwar – entsprechend Aussentemperaturen von t_{Amin} von -10°C , -15°C und -20°C in den Kurven 1, 2 beziehungsweise 3.

Bei jeder solchen minimalen Aussentemperatur t_{Amin} wird davon ausgegangen, dass vom Heizgerät die maximale Leistung abgegeben wird, das heisst $f_H = 1$.

Die Berechnung der Kurvenverläufe in einem in Heizungsreglern verwendeten Mikrorechner erfordert eine relativ hohe Rechenzeit und einen beträchtlichen Speicherplatzbedarf.

Den hier existierenden Anforderungen wird eine geschlossen zu lösende lineare Gleichung erheblich besser gerecht. Hierfür wird erfindungsgemäss eine Annäherung wie folgt verwendet:

$$Z_A = \frac{K_1 \cdot Z_G}{\frac{t_A - t_{Amin}}{\Delta t_A} + \frac{K_1}{1 - \frac{t_A - t_{Amin}}{\Delta t_A}}}$$

wobei Z_A die gewünschte Zeitspanne in Stunden, K_1 eine der Gebäudezeitkonstante proportionale dimensionslose Grösse, Z_G die Zeitspanne des Abweichens vom erhöhten Raumtemperatur-Soll-Wert t_{iN} in Stunden, t_A die laufende Aussentemperatur in $^\circ\text{C}$, t_{Amin} die minimale Auslegungstemperatur der Heizungsanlage in $^\circ\text{C}$, Δt_A die Differenz zwischen dem Raumtemperatur-Soll-Wert t_{iN} und der minimalen Aussentemperatur t_{Amin} in $^\circ\text{C}$ bedeuten.

Dieser angenäherte Verlauf ist in Fig. 2 als Kurve 4 dargestellt.

Zur Anpassung des Faktors K_1 an die physikalische Gebäudezeitkonstante K_{Geb} kann folgender Zusammenhang verwendet werden:

$$(K_{\text{Geb}} - B)^n$$

$$K_1 = A + \frac{\quad}{C}$$

darin bedeuten A, B, C und n mathematische Konstanten zur fehlerminimalen Annäherung.

Diese Anpassung kann vorteilhaft vom Rechner der Regeleinheit durchgeführt werden.

Bei praktisch ausgeführten Anlagen kann es vorkommen, dass bei der eingestellten minimalen Aussentemperatur der Leistungsüberschussfaktor $f_H > 1$ ist. Das führt dazu, dass die Aufheizzeit zu lang berechnet wird, obwohl die Zeitkonstante passend eingestellt ist. Da kein Raumfühler zur Korrektur herangezogen werden kann, muss eine dem tatsächlichen Wärmebedarf annähernd proportionale Grösse dazu verwendet werden. Sie kann von Hand eingegeben werden. Vorteilhaft ist aber eine selbsttätige Anpassung an die Gegebenheiten des Heizsystems.

Wird beispielsweise vom Einschalten des Heizgerätes bis zu dessen erster Abschaltung eine Zeitspanne gemessen, die kürzer als die berechnete Aufheizzeit ist, muss ein Leistungsüberschuss bestehen, das heisst, f_H ist grösser als 1. Dies bedeutet, dass die tatsächliche minimale Aussentemperatur t_{Amin} , bei der die Soll-Raumtemperatur t_N noch aufrechterhalten werden kann, niedriger liegt. Der Punkt der Kurve 2, in dem bei t_{Amin} die Aufheizzeit 100% beträgt, könnte demnach nach links bis zur Kurve 3 verschoben werden, wodurch sich die Differenz Δt_A vergrössert zu $\Delta t_A'$.

Dies geschieht, indem aus dem Verhältnis der errechneten Aufheizzeit zur gemessenen Einschalt-dauer ein Korrekturfaktor ermittelt wird. Mit diesem Korrekturfaktor wird eine neue Differenz $\Delta t_A'$ errechnet und bei konstanter Soll-Raumtemperatur eine neue, niedrigere Aussentemperatur t_{Amin} ermittelt (Kurve 3 der Fig. 2).

Im Diagramm nach Fig. 3 ist in der Abszisse der Tagesablauf in Stunden und in der Ordinate die Temperaturen verzeichnet. Der Verlauf der Ist-Raumtemperatur ist mit einer vollen Linie, der Verlauf der Soll-Raumtemperatur t_N mit einer lang gestrichelten Linie dargestellt.

Innerhalb der Absenkezeit Z_G liegt die Aufheizzeit Z_A , nach deren Ablauf die Raumtemperatur etwa bei der Soll-Raumtemperatur von $+20^\circ\text{C}$ liegt. Im unteren Teil von Fig. 3 ist der Verlauf der Leistung (prozentual) des Wärmeerzeugers dargestellt.

Fig. 4 zeigt in einem Diagramm, wie die Berücksichtigung des tatsächlichen Wärmebedarfs durch eine Messung der Zeitspanne zwischen der Einschaltung des Heizgerätes und dessen erster Abschaltung durch den Kessel- oder Vorlauftemperatur-Regler erfolgen kann.

Im oberen Teil des Diagrammes ist in der Abszisse der Zeitablauf der Heizkreistemperatur t_v verzeichnet. Die Linie 5 bezeichnet die Temperatur, bei der das Heizgerät im aufgeheizten Zustand durch den Regler 25 einschaltet und die Linie 6 jene Temperatur $t_{v\text{max}}$, bei der es ausschaltet. Die Aufheizung erfolgt ab der Temperatur t_{vi} .

Im unteren Teil des Diagrammes nach Fig. 4 ist in der Ordinate die Leistung P des Heizgerätes verzeichnet, und zwar mit dem Punkt 7 die 100%ige Nennleistung. Im Zeitraum Z_{ein} zwischen der Ein- und der ersten Ausschaltung des Heizgerätes lässt sich die erbrachte Wärmemenge feststellen und daraus der Korrekturfaktor ermitteln, indem die errechnete Aufheizzeit Z_A zur tatsächlichen Einschaltzeit Z_{ein} ins Verhältnis gesetzt wird.

Bei der Ermittlung dieses Korrekturfaktors müssen folgende Fälle unterschieden werden.

Fall 1:

Die Abschaltung des Wärmeerzeugers erfolgte vor oder mit dem Erreichen des programmierten Beginns der Heizzeit, Kurve 2 und 3 in Fig. 4.

In einem grossen Teil des Aussentemperaturbereiches ändert sich die Aufheizzeit annähernd linear mit der Aussentemperatur. Hier kann zwischen zwei Kurvenverläufen mit unterschiedlichem Δt_A folgender Zusammenhang hergestellt werden:

$$\Delta t_{\text{AM}} = \Delta t_A' \frac{Z_{\text{AE}}}{Z_{\text{AM}}}$$

Darin bedeutet Δt_{AM} die tatsächliche Differenz zwischen dem Raumtemperatur-Soll-Wert t_N und der tatsächlichen minimalen Aussentemperatur t_{Amin} und $\Delta t_A'$ die eingestellte Differenz zwischen dem Raumtemperatur-Soll-Wert t_N und der tatsächlichen minimalen Aussentemperatur t_{Amin} , Z_{AM} der gemessenen Aufheizzeit, in Fig. 4 die Zeiten $Z_{\text{ein}2}$ beziehungsweise $Z_{\text{ein}3}$ und Z_{AE} der aus den Einstell-daten errechneten Aufheizzeit.

Das Verhältnis Z_{AE}/Z_{AM} kann hierbei zur Korrektur des eingestellten Wertes Δt_{AE} verwendet werden.

Fall 2:

Die Abschaltung des Wärmeerzeugers erfolgte nach dem programmierten Beginn der Heizzeit, Kurve 1 in Fig. 4.

Durch Extrapolation des Vorlauftemperaturverlaufes wird die zugehörige Einschaltzeitdauer ermittelt.

$$Z_{AM} = Z_{AE} \cdot \frac{\Delta t_{vmax}}{\Delta t_{vi}}$$

Worin Z_{AM} die tatsächliche Einschaltzeit des Wärmeerzeugers, Z_{AE} die eingestellte Aufheizzeit, Δt_{vmax} die Differenz zwischen der maximalen Temperatur des Heizkreises und der Heizkreistemperatur zu Beginn der Aufheizung und Δt_{vi} die Differenz zwischen der gemessenen Ist-Heizkreistemperatur zu Beginn der Zeitphase mit dem erhöhten Raumtemperatur-Soll-Wert und der Ist-Heizkreistemperatur zu Beginn der Aufheizung bedeuten.

Mit diesem extrapolierten Wert für Z_{AM} wird wieder über die Beziehung

$$\Delta t_{AM} = \Delta t_A \cdot \frac{Z_{AE}}{Z_{AM}}$$

die Korrektur von Δt_A durchgeführt. Dabei entspricht Z_{AM} in diesem Fall z_{ein1} in Fig. 4.

Fig. 5 zeigt das Schema einer zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Heizungsanlage mit einem brennerbeheizten Heizgerät, zum Beispiel einem Heizkessel 10, einem die Brennstoffzufuhr zu dessen Brenner 11 regelnden, in einer Brennstoffzufuhrleitung 12 angeordneten, von einer Steuerung 13 über einen Stellmotor oder Hubmagneten 14 verstellbaren Ventil und einem mit einer Umlaufpumpe 16 ausgestatteten, zumindest einen Heizkörper 17 enthaltenden, an den Wärmetauscher 18 des Heizkessels 10 angeschlossenen, eine Vorlaufleitung 20 und eine Rücklaufleitung 21 umfassenden Heizkreis, in dessen Vorlaufleitung 20 ein Temperaturfühler 19 angeordnet ist. Die Steuerung 13 des Heizkessels 10, der Antrieb der Umlaufpumpe 16 des Heizkreises 20 bis 21 und der Temperaturfühler 19 sind über Steuerleitungen 22 beziehungsweise 23 und 24 mit einer allgemeinen Steuerung 25 der Heizungsanlage verbunden, an die auch eine Vorrichtung 26 zur willkürlichen Einstellung der gewünschten Soll-Raumtemperatur t_{in} , ein Aussentemperaturfühler 27 und ein Programmgeber 28 über Steuerleitungen 29 beziehungsweise 30, 31 angeschlossen sind.

An diese allgemeine Steuerung 25 ist zusätzlich auch noch ein einstellbares Zeitglied 32 zur Eingabe einer Aussentemperatur t_{amin} und eine Vorrichtung 33 zur Eingabe einer der Gebäudekonstanten K proportionalen Grösse über Steuerleitungen 34 und 35 sowie über eine Leitung 36 ein Signal zur Erkennung des Zustandes des Ventils 12 angeschlossen.

In einer solchen Heizungsanlage kann somit die Dauer der Aufheizzeit, demnach also der Zeitpunkt für eine selbsttätige Einschaltung des Heizkessels von der Steuerung 25 im Sinne der Erfindung problemlos und dem Bedarf entsprechend vorgegeben werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Aufheizung von Räumen eines Gebäudes, die während einer Belegungszeit auf einem höheren Raumtemperatur-Soll-Wert (t_{in}) als während einer Absenkezeit (Z_G) eingestellt werden, wobei nach Ablauf der Absenkezeit (Z_G) das erhöhte Raumtemperaturniveau wieder erreicht sein soll und die Zeitspanne (Z_A) zu bestimmen ist, aus der der Zeitpunkt, zu der ein Heizgerät eingeschaltet werden muss, um zum gewünschten nächsten Belegungsbeginn den erhöhten Raumtemperatur-Soll-Wert (t_{in}) mit der Raumtemperatur wieder zu erreichen, berechnet werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitspanne Z_A für die Dauer der Aufheizung auf das erhöhte Raumtemperaturniveau nach folgender Beziehung ermittelt wird:

$$Z_A = \frac{K_1 \cdot Z_G}{\frac{t_A - t_{A \min}}{\Delta t_A} + \frac{K_1}{1 - \frac{t_A - t_{A \min}}{\Delta t_A}}}$$

wobei K_1 eine zur Zeitkonstanten K_{Geb} des Gebäudes in Beziehung stehende dimensionslose konstante Grösse, Z_G die Zeitspanne des Abweichens vom erhöhten Raumtemperatur-Soll-Wert t_N in Stunden, t_A die Ist-Aussentemperatur in °C, bei der die vom Heizsystem geforderte Wärmeleistung, die zum Erreichen des Raum-Soll-Wertes t_N notwendig ist, gerade von der Leistung des Wärmeerzeugers gedeckt wird und Δt_A die Differenz zwischen dem Raumtemperatur-Soll-Wert, t_N und der minimalen Aussentemperatur $t_{A \min}$ in K bedeuten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Konstante K_1 nach folgender Be-

ziehung ermittelt wird: $K_1 = A + \frac{(K_{\text{Geb}} - B)^n}{C}$ mit K_{Geb} als Gebäudekonstante und A, B, C

und n als weitere Konstanten, wobei überwiegend gilt:

$$K_1 = 0,083 + \frac{\sqrt[3]{K_{\text{Geb}} - 8,3}}{30,7}$$

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitspanne Z_{AM} vom Beginn der Einschaltung des Wärmeerzeugers mit dem Beginn der Aufheizzeit Z_A bis zum hierauf folgenden erstmaligen Erreichen der Maximaltemperatur des Heizkreises, die durch die Auslegungsdaten des Heizsystems festgelegt ist, gemessen wird und für den Fall, dass zum Beginn der Zeitphase mit dem höheren Raumtemperatur-Soll-Wert t_N der Wärmeerzeuger bereits über die Maximaltemperatur abgeschaltet worden ist, mit der für diesen Aufheizevorgang zugrunde gelegten Aufheizzeit Z_{AE} ins Verhältnis gesetzt wird, und dass die eingestellte Differenz $\Delta t_A'$ zwischen dem Raumtemperatur-Soll-Wert t_N und der durch die Einstellung zugrunde gelegten minimalen Aussentemperatur $t_{A \min}'$ in einem nach niedrigen Aussentemperaturen hin begrenzten Bereich, innerhalb dessen der Zusammenhang zwischen der Aufheizzeit Z_A und der Aussentemperatur t_A annähernd linear ist, nach folgendem Zusammenhang korrigiert wird:

$$\Delta t_{AM} = \Delta t_A' \cdot \frac{Z_{AE}}{Z_{AM}}$$

mit Δt_{AM} als tatsächlicher Differenz zwischen dem Raumtemperatur-Soll-Wert t_N und der tatsächlichen minimalen Aussentemperatur $t_{A \min}$ und $\Delta t_A'$ als eingestellter Differenz zwischen dem Raumtemperatur-Soll-Wert t_N und der eingestellten minimalen Aussentemperatur $t_{A \min}'$.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitspanne vom Beginn der Einschaltung des Wärmeerzeugers mit dem Beginn der Aufheizzeit Z_A bis zum hierauf folgenden erstmaligen Erreichen der Maximaltemperatur des Heizkreises, die durch die Auslegungsdaten des Heizsy-

stems festgelegt ist, gemessen wird und für den Fall, dass zum Beginn der Zeitphase mit dem höheren Raumtemperatur-Soll-Wert t_{N} der Wärmeerzeuger noch nicht über die Maximaltemperatur abgeschaltet worden ist, die tatsächliche Aufheizzeit Z_{AM} aus folgendem Zusammenhang errechnet wird:

$$Z_{\text{AM}} = Z_{\text{AE}} \cdot \frac{\Delta t_{\text{vmax}}}{\Delta t_{\text{vj}}}$$

worin Z_{AE} die aus der eingestellten Differenz Δt_{AE} errechnete Aufheizzeit, Δt_{vmax} die Differenz zwischen der maximalen Temperatur des Heizkreises und der Heizkreistemperatur zu Beginn der Aufheizung und Δt_{vj} die Differenz zwischen der gemessenen Ist-Heizkreistemperatur zu Beginn der Aufheizung und Δt_{vj} die Differenz zwischen der gemessenen Ist-Heizkreistemperatur zu Beginn der Aufheizung bedeuten, dass diese errechnete Zeit Z_{AM} mit der für diesen Aufheizvorgang zugrunde gelegten Aufheizzeit Z_{AE} ins Verhältnis gesetzt wird, und dass die aktuelle Differenz Δt_{A} zwischen dem Raumtemperatur-Soll-Wert t_{N} und der minimalen Aussentemperatur t_{Amin} in einem nach niedrigen Aussentemperaturen hin begrenzten Bereich, innerhalb dessen der Zusammenhang zwischen der Aufheizzeit Z_{A} und der Aussentemperatur t_{A} annähernd linear ist, nach folgendem Zusammenhang korrigiert wird:

$$\Delta t_{\text{AM}} = \Delta t_{\text{A}} \cdot \frac{Z_{\text{AE}}}{Z_{\text{AM}}}$$

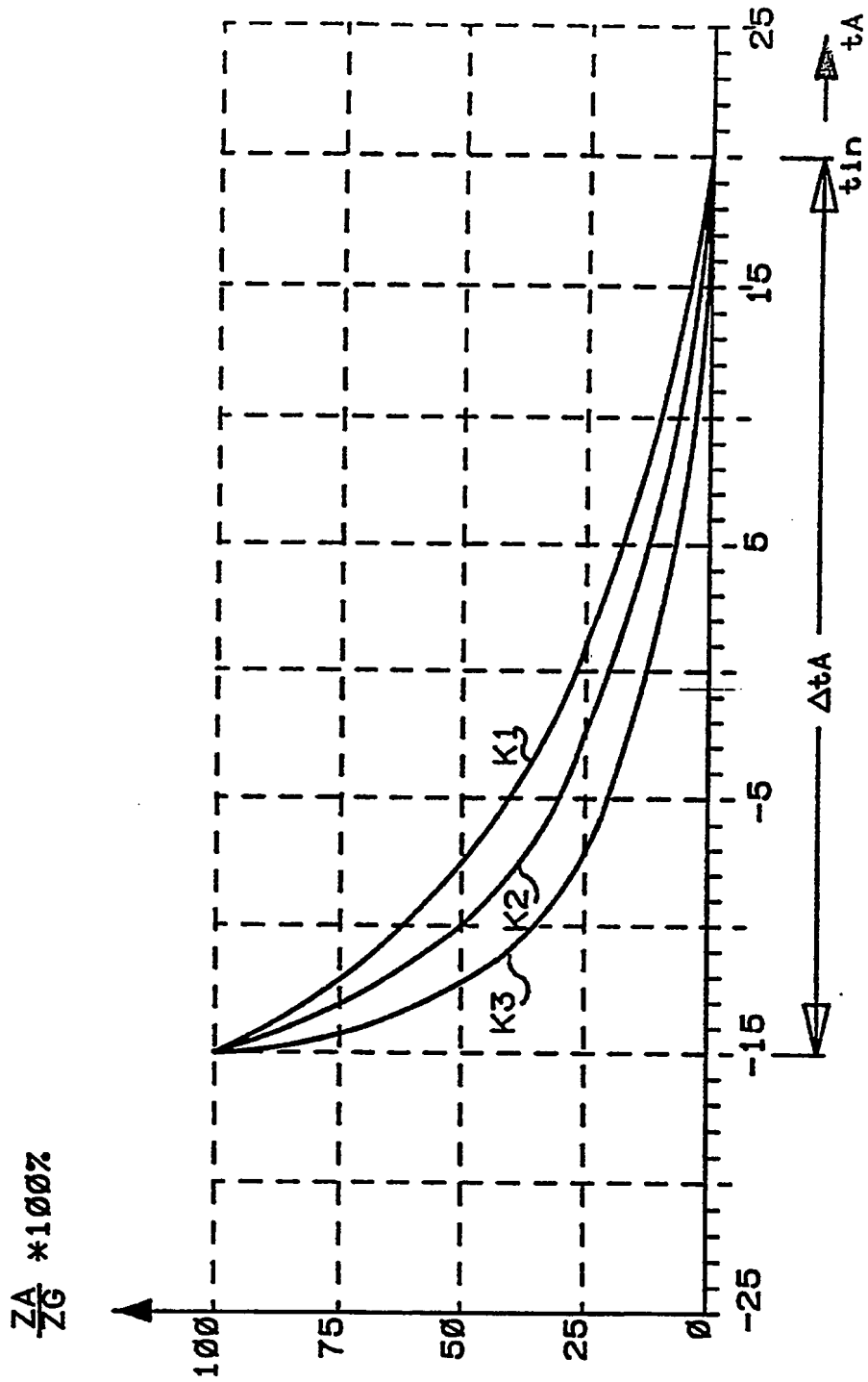
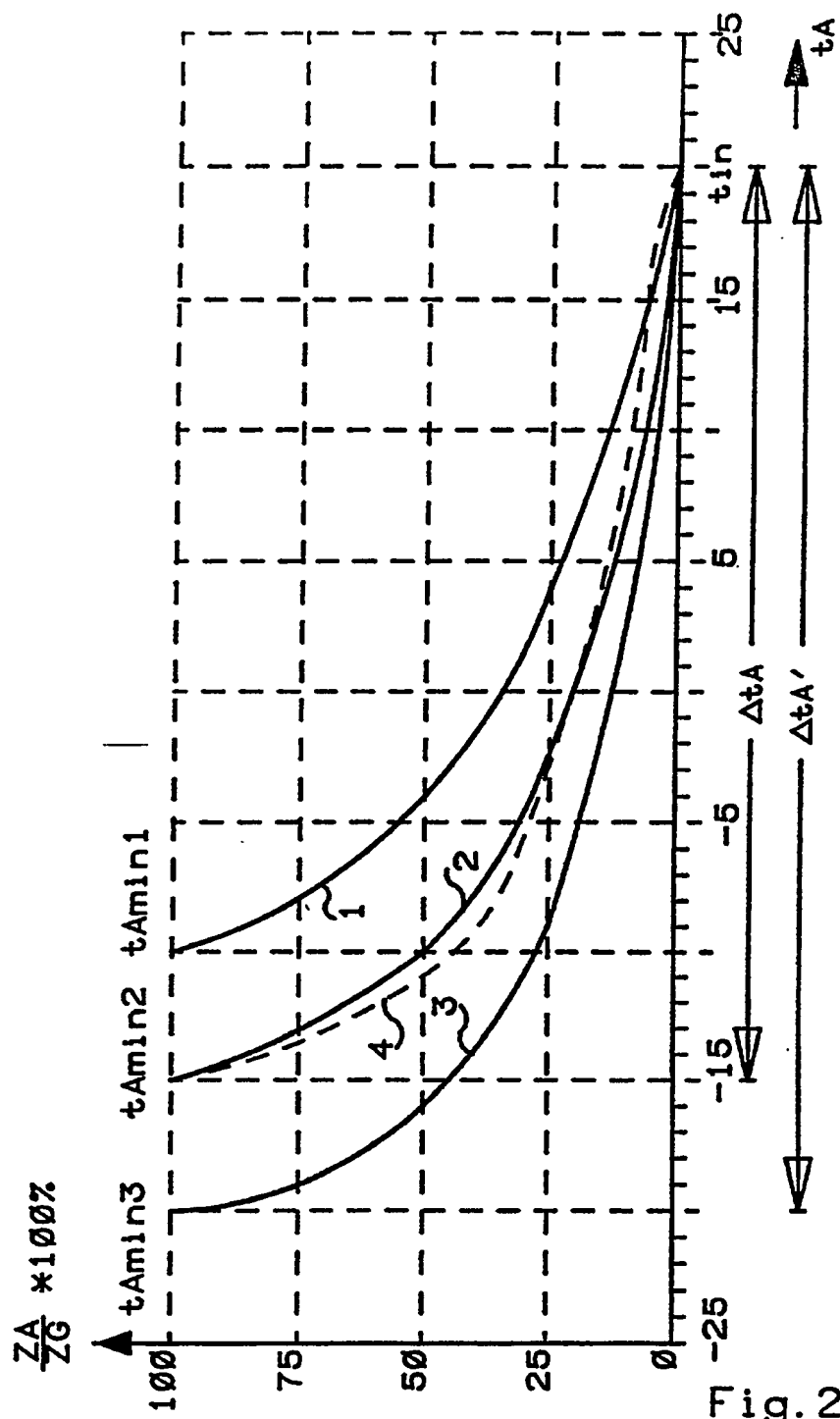


Fig. 1



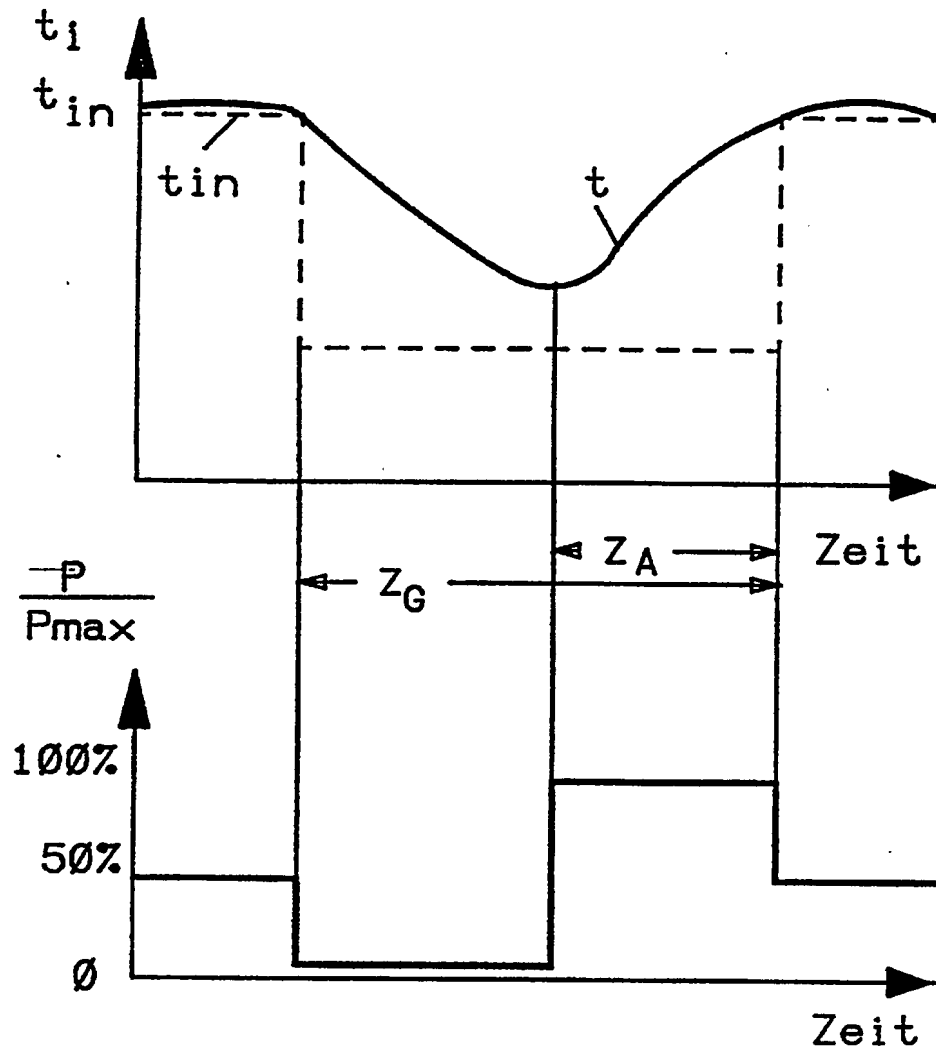


Fig. 3

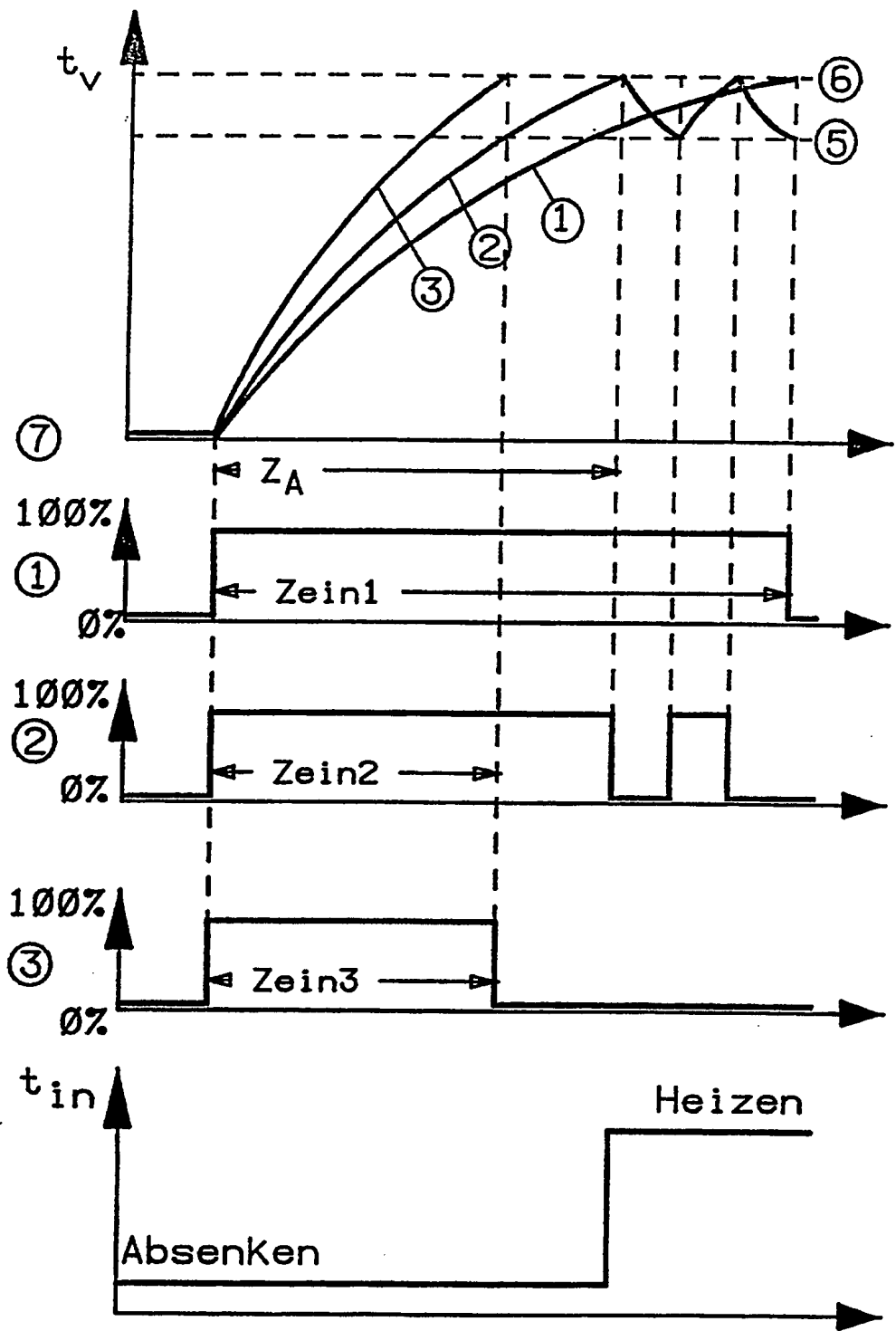


Fig. 4

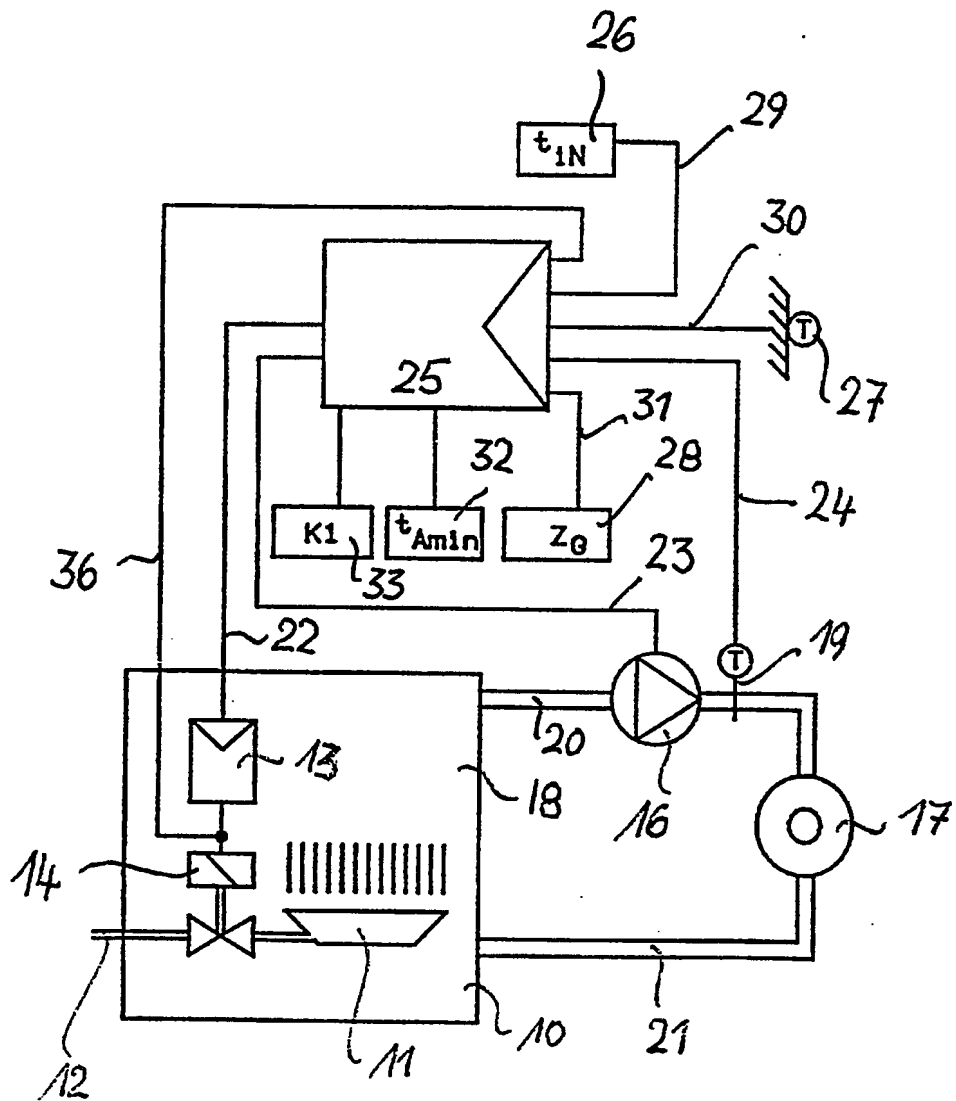


Fig. 5